



TRABAJO FIN DE MÁSTER

¿Es rentable invertir en energía alternativa? Evidencias a través del modelo de cinco factores de Fama-French para DJSI regionales e índices bursátiles renovables

Autor: D. Antonio Jesús García Amate

Director: Dr. Alfonso Rojo Ramírez*

Codirectora: Dr^a. Alicia Ramírez Orellana*

* Departamento de Economía y Empresa

Máster en Dirección y Economía de la Empresa

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Curso Académico: 2019 / 2020

Almería, Julio de 2020

RESUMEN

Durante las últimas décadas, el interés por las Inversiones Socialmente Responsables y por la transición hacia una economía verde ha crecido exponencialmente. La inversión privada en el sector de la energía renovable juega un papel fundamental en esta situación. A través del modelo de cinco factores de Fama-French, se han analizado los índices *Dow Jones Sustainability Index* (DJSI) regionales y un conjunto de índices de energía renovable en el periodo 31 de diciembre de 2010 – 31 de diciembre de 2019. Se ha realizado un estudio del atractivo inversor a través de la relación rentabilidad – riesgo de la inversión y de un conjunto de factores explicativos, así como un estudio comparativo con índices convencionales. Se encuentran tanto rentabilidades por encima como por debajo de los índices convencionales en los DJSI regionales. Por el contrario, los índices de energía renovable tienen betas altas y rentabilidades negativas, lo que los hace poco atractivos a la inversión. Estos resultados implican la necesidad de programas públicos de financiación que apoyen la transición hacia una economía sostenible, para de esta forma, hacer que disminuya el riesgo y aumente la rentabilidad de la inversión privada.

ABSTRACT

Over the past decades, interest in Socially Responsible Investments and the transition to a green economy has grown exponentially. Private investment in the renewable energy sector plays a fundamental role in this situation. Through the Five-factor Fama-French model, the regional Dow Jones Sustainability Indexes (DJSI) and a set of renewable energy indices have been analyzed in the period December 31, 2010 – December 31, 2019. A study of investor attractiveness has been carried out through the return-investment risk relation and a set of explanatory factors, as well as a comparative study with conventional indices. Yields are both above and below conventional indices in regional DJSIs. By contrast, renewable energy indices have high beta rates and negative returns, making them unattractive to investors. These results imply the need for public financing programs that support the transition towards a sustainable economy, to reduce risk and increase the profitability of the private investment.

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión de literatura	3
2.1 Sostenibilidad como alternativa de inversión	3
2.2 Modelo de cinco factores de Fama-French.....	6
3. Muestra y metodología	8
3.1 Datos y método	8
3.2 Muestra.....	14
4. Resultados	15
4.1 DJSI regionales y marco de referencia	18
4.2 Índices renovables y marco de referencia.....	19
4.3 Relación rentabilidad – riesgo	22
5. Discusión	24
6. Conclusiones e implicaciones políticas	26
7. Bibliografía	28
8. Apéndice	37

TABLAS

<u>TABLA 1. Muestra de estudio</u>	15
<u>TABLA 2. Estadísticos descriptivos para DJSI regionales y referencia</u>	16
<u>TABLA 3. Estadísticos descriptivos para índices renovables y referencia</u>	17
<u>TABLA 4. DJSI regionales. Modelo 5 factores de Fama y French</u>	18
<u>TABLA 5. Índices renovables. Modelo 5 factores de Fama y French</u>	20
<u>TABLA 6. Relación rentabilidad – riesgo en DJSI e índices renovables</u>	22-23
<u>TABLA 1. Índices DJSI, de energía renovable y convencionales (Apéndice)</u>	37-41

1. Introducción

Las Inversiones Socialmente Responsables (ISR) consisten en incorporar dentro del proceso de selección de activos aspectos relacionados con las buenas prácticas de la compañía en materia de medio ambiente, social o gobierno corporativo (Miralles-Quirós, Miralles-Quirós y Nogueira, 2020). Las ISR y las energías renovables están teniendo una importancia creciente en las últimas décadas (McCollum et al., 2018).

Asimismo, existe una corriente que señala la relevancia de las políticas públicas conducentes a promover una transición hacia una economía más sostenible y respetable con el medio ambiente (Wiser y Pickle, 2017; Jacobsson y Lauber, 2006; Martens y Rotmans, 2005). En ocasiones, se presume que las inversiones socialmente responsables, y, en particular, las medioambientalmente sostenibles, han de ser apoyadas por políticas públicas para ser financieramente atractivas (Egli, 2020; Polzin, Migendt, Täube, y von Flotow, 2015; Yi y Feiock, 2014). Esta preocupación contribuye al estudio de la relación entre el comportamiento financiero y medioambiental de una compañía.

La literatura que se ha preocupado por estos temas es inconclusa en lo relativo al comportamiento financiero y medioambiental de las empresas y adolece de resultados dispares debido a las muestras utilizadas, el periodo de tiempo elegido o los modelos econométricos aplicados (Cedrick y Long, 2017; Mazzucato y Semieniuk, 2018). Por ejemplo, Reboredo, Quintela y Otero (2017) encontraron menor rentabilidad de fondos de energía renovable sobre inversiones en ISR, mientras que los resultados de Rezec y Scholtens (2017) señalaron lo contrario. Por consiguiente, algunas preguntas de investigación permanecen aún sin contestar.

Los inversores privados deben y están en la necesidad de conocer si sus posiciones en los mercados van a ser rentables en relación con el riesgo que soportan. Las subvenciones públicas terminaran por extinguirse para dejar paso al capital privado (Justice, 2009). El presente trabajo trata de cubrir este *gap* de investigación, viendo de dar respuesta a las siguientes preguntas: *¿Es rentable invertir en índices sostenibles y en energía renovable? ¿Qué factor/es tiene en cuenta el inversor en índices sostenibles y renovables? ¿Es más rentable invertir en sostenibilidad y energía renovable que en índices convencionales?*

Para dar respuesta a tales preguntas, en este trabajo nos planteamos dos objetivos principales adoptando una postura de inversor financiero: Identificar si existe atractivo inversor en índices de sostenibilidad y energía renovable; y averiguar si los índices sostenibles y renovables son más rentables que los índices convencionales.

Para ello no hemos estudiado la sostenibilidad en términos económicos, sociales y ambientales, sino que nos hemos enfocado en el factor ambiental a través del análisis de índices renovables. El estudio de compañías renovables es de gran importancia para la consecución de políticas públicas que permitan incentivar este sector en regiones donde su inversión privada es más débil (Aslani, 2014). Se trata de uno de los temas de investigación que no ha sido altamente estudiado. La mayoría de los estudios de referencia se centran en la relación de causalidad existente entre el precio del petróleo y los cambios en la tecnología, y el comportamiento de compañías renovables (Inchauspe et al., 2015; Kumar et al., 2012; Sadorsky, 2012; Henriques y Sadorsky, 2008).

Para conseguir esos objetivos, se trabaja con una muestra amplia y global, formada por los principales índices sostenibles y renovables de los mercados internacionales en el periodo 2010-2019. La mayor parte de estudios se basan en fondos de inversión, los cuales no dejan de ser activos que pueden verse afectados por otras cuestiones como el tamaño del fondo, la edad o los activos sobre los que fluctúan. Autores como Schröder (2007) o Statman (2006) tratan de evitar esta problemática a través del uso de índices de Inversión Socialmente Responsable (*Social Responsible Investment, SRI*). Por esta razón, la muestra con la que trabajamos está formada por índices bursátiles con el fin de evitar factores que influyan sobre la rentabilidad y no sean tenidos en cuenta. El estudio se realiza atendiendo al modelo multifactorial propuesto por Fama y French (2015). Además, y de manera complementaria, llevamos a cabo un estudio comparativo entre índices sostenibles y de energía renovable, e índices convencionales de referencia. Los resultados principales del trabajo indican que la inversión en energía renovable es poco atractiva, con rentabilidades bajas y betas (riesgo sistemático) altas.

La aportación fundamental de nuestro trabajo consiste en esclarecer si la inversión en energía renovable es atractiva o no, enfocándonos en la necesidad de nuevas políticas gubernamentales que contribuyan a que exista apoyo financiero por parte de inversores privados. Sólo con un apoyo fuerte de las instituciones gubernamentales, el inversor tendrá la suficiente confianza como para formar parte de compañías sostenibles a largo

plazo (Andersen et al., 2019). Una vez el sector privado se oriente más hacia este tipo de inversiones, el apoyo financiero del sector público disminuirá rápidamente.

El resto del artículo se presenta así: la Sección 2 aborda una revisión de literatura pormenorizada del comportamiento financiero y medioambiental de compañías sostenibles; la Sección 3 presenta los datos y la metodología utilizada; los resultados se presentan en la Sección 4; la discusión la encontramos en la Sección 5; la última sección concluye y añade implicaciones políticas.

2. Revisión de literatura

2.1 Sostenibilidad como alternativa de inversión

La relación entre la actividad de carácter medioambiental de una compañía y su comportamiento financiero es un tema que ha cobrado interés en los últimos años (Ambec y Lanoie, 2008; Becchetti y Ciciretti, 2009; Iwata y Okada, 2011). La literatura ha utilizado diversos enfoques para explicar cómo y por qué afecta la variable medioambiental al comportamiento financiero, siendo los resultados extraídos diversos (Chan y Walter, 2014). Por ejemplo, mientras que Inchauspe et al. (2015) argumentan un bajo rendimiento financiero para las compañías cotizadas en el índice *Wilderhill New Energy Global Innovation Index*, otros como Fang et al. (2020) encuentran que existe un factor *green premium* que lleva a los inversores a decantarse por tomar posiciones en compañías sostenibles.

El beneficio de invertir en las compañías se manifiesta a través de los flujos de efectivo que están generando para sus inversores. Una compañía con un flujo de efectivo alto, mejora su comportamiento financiero y con ello el precio de la acción es mayor (Campbell y Shiller, 1988). En general, las empresas creadoras de valor reflejan una rentabilidad elevada, superior a su coste de capital (Rojo-Ramírez, 2019).

Los trabajos existentes hasta la fecha en relación con las compañías sostenibles demuestran, por un lado, que esta mayor rentabilidad no se produce (Geczy, Stambaugh y Levin, 2005). Markowitz, H. (1959) menciona en su teoría de carteras la penalización de restringir la inversión a compañías sostenibles. Las compañías dedicadas a la energía renovable son altamente volátiles y poco rentables debido a la naturaleza del sector en donde se encuentran (Angelopoulos et al., 2016; Gross, Blyth y Heptonstall, 2010; Wüstenhagen y Teppo, 2006). Sadorsky (2012) demuestra que, para un conjunto de

compañías renovables listadas en el mercado norteamericano, el riesgo sistemático del mercado es mayor que uno ($\beta > 1$) entre los años 2001-2007. Para una muestra de catorce índices de todo el mundo, Rezec y Scholtens (2017) encontraron que el comportamiento de los índices sostenibles era poco atractivo desde el enfoque inversor. Es más, el riesgo de estos índices era mucho mayor al reportado por los índices convencionales.

Por otro lado, algunos estudios muestran el buen comportamiento financiero de compañías sostenibles y renovables sustentado en diversas apreciaciones. Así, las compañías sostenibles reciben ayudas y financiación pública, lo que mejora su comportamiento financiero (Fang, Su y Yin, 2020). Un avance continuo en la tecnología permite el ahorro de costes y el aumento en la productividad, explicando así los beneficios de las compañías sostenibles (Narayan, 2018). Otro factor que ha sido tenido en cuenta dentro de este enfoque es el de la contaminación. Las compañías que presentan unas tasas de contaminación muy altas pueden resultar poco atractivas a ojos del inversor. La inversión destinada a la prevención de esta problemática puede dar lugar a beneficios económicos (Albertini, 2013). La atención del inversor hacia este tipo de inversiones más novedosas, puede ser otro factor que contribuya al buen comportamiento. En muchas ocasiones este tipo de compañías se consideran muy responsables a nivel social y medioambiental, lo que contribuye al incremento en la atención del inversor (Ciarreta, Espinosa y Pizarro-Irizar, 2014).

Como se puede apreciar los estudios y trabajos existentes no son concluyentes. Aquí nos adherimos a la primera corriente y esgrimimos que:

Hipótesis 1 H₁: *Los índices de sostenibilidad y energía renovable resultan poco atractivos para el inversor.*

A priori los índices sostenibles y de energía renovable son más arriesgados, al tratarse de compañías nacientes y altamente volátiles (Dutta, 2017). Por la situación de inestabilidad y pronta aparición del sector, el inversor tiende a fijarse en el riesgo (coeficiente beta) que conlleva la inversión, más que en otros factores económico-financieros de la compañía (Ng y Rezaee, 2015; Xiao, Faff, Gharghori y Lee, 2013). Resultados similares fueron los encontrados por Becchetti, Ciciretti, Dalò y Herzel (2015), quienes reportaron una aversión al riesgo alta respecto a este tipo de inversiones durante la burbuja de las tecnológicas en los Estados Unidos. Por otro lado, la inversión en tecnología se ha demostrado como uno de los aspectos cruciales que afectan a la

inversión en sostenibilidad, y que puede explicar el carácter de cambio constante y volátil del sector (Masini y Menichetti, 2012).

Por contra, observamos que autores como Bauer y Hann (2012) sostienen que las compañías sostenibles tienden a estar asociadas con costes de la deuda bajos y calificaciones crediticias altas, lo que demuestra el atractivo inversor y el bajo riesgo en este tipo de inversiones.

Aquí abogamos por la primera postura dentro de la literatura para abordar la segunda hipótesis de investigación:

Hipótesis 2 H₂: *El factor más influyente de los propuestos por Fama y French es el coeficiente beta o riesgo sistemático.*

Un sector relativamente naciente y con un gran componente tecnológico, nos hace considerar que las compañías que forman parte de este son entidades pequeñas, innovadoras y en crecimiento. Sokolovska y Kešeljević (2019), a través del modelo de cinco factores de Fama-French, demuestran que las compañías renovables son entidades poco capitalizadas y en crecimiento. Esta premisa la testeamos a través de la proposición de la siguiente hipótesis:

Hipótesis 3 H₃: *Las compañías renovables son empresas pequeñas y en crecimiento.*

Autores como Rezec y Scholtens (2017) soportan que un conjunto de índices renovables y sostenibles presentan un atractivo inversor pobre en comparación con índices convencionales. Renneboog, Ter Horst y Zhang (2008) demostraron que, para una muestra de fondos sostenibles para Estados Unidos, Gran Bretaña, Europa Continental y Asia Pacífico, la rentabilidad estaba por debajo de fondos convencionales entre un -2,2% y un -6,5%. Otros como Hamilton, Jo y Statman (1993) no encontraron significatividad estadística en la rentabilidad de fondos sostenibles en comparación con fondos convencionales.

Por el contrario, parte de la literatura previa indica que existe una rentabilidad mayor que en índices convencionales (Ortas y Moneva, 2013). El conocido como *green premium*, rentabilidad esperada en las inversiones verdes sobre inversiones convencionales (Pineda, Boomsma y Wogrin, 2018), es uno de los enfoques más novedosos dentro de la investigación. Fang et al. (2020) encuentran que existe un *green premium* para un conjunto de compañías sostenibles. A través del modelo de cinco factores, concluyen que existe una rentabilidad media mensual mayor para las

compañías sostenibles respecto a las convencionales. Chia, Goldberg, Owyong, Shepard y Stoyanov (2009) soportaron que, para un conjunto de compañías renovables, la rentabilidad media se situó por encima del índice de referencia.

Otros autores sostienen que las compañías irresponsables a nivel medioambiental pueden ser percibidas como activos de riesgo (Albuquerque, Koskinen y Zhang, 2019; Hong y Kacperczyk, 2009). El riesgo ocasionado puede acarrear una reducción de la rentabilidad (El Ghoul, Guedhami, Kim y Park, 2018). Chava (2014) concluyó que las entidades bancarias cobran una tasa de interés mayor a compañías con problemas medioambientales (altas tasas de contaminación o residuos tóxicos).

La última hipótesis de estudio apuesta por un comportamiento financiero más pobre en índices renovables, respecto a índices convencionales.

Hipótesis 4 H4: *Los índices sostenibles y renovables tienen menos atractivo inversor que los índices convencionales.*

2.2 [Modelo de cinco factores de Fama-French](#)

Los trabajos empíricos utilizados en la literatura no son concluyentes, y dejan entrever la necesidad de unos estándares claros que permitan unificar e identificar si la inversión en renovables es rentable o no. Brzezczyski y McIntosh (2014) encuentran que, para un conjunto de compañías sostenibles, los factores convencionales no explican fehacientemente la rentabilidad. La mayor parte de la literatura previa trata de relacionar el comportamiento medioambiental con la rentabilidad (Sadorsky, 2012; Inchauspe, Ripple y Trück, 2015; Sokolovska y Kešeljević, 2019). Algunos autores han optado por la utilización del modelo de tres factores de Fama y French (1992), y han resuelto que la rentabilidad esperada depende del riesgo sistemático, del tamaño de la compañía y del efecto valor.

El modelo de tres factores ha sido mejorado con la incorporación de nuevas variables. Este es el caso del modelo de cuatro factores de Carhart (1997) que añade el factor momentum WML (*Winner minus Loser*, por sus siglas en inglés) o el modelo de cinco factores del propio Fama y French (2015) que incorporan los factores RMW (*Robust minus Weak*, por sus siglas en inglés) y CMA (*Conservative minus Aggressive*, por sus siglas en inglés).

Marti-Ballester (2019), a través del modelo de cuatro factores, encontró que existía un coste financiero para el inversor en fondos renovables en relación con los inversores en

fondos convencionales. Statman y Glushkov (2009) estudiaron el comportamiento de índices renovables a través del modelo de cuatro factores, llegando a la conclusión de que las rentabilidades no eran significativas.

Los modelos de tres y cuatro factores fueron ampliados por Fama y French (2015) generando el modelo de cinco factores. Autores como Novy-Marx (2013) o Titman, Wei y Xie (2004) demostraron como el modelo de tres y cuatro factores resultaban incompletos de cara a capturar los efectos sobre la rentabilidad de factores como la inversión o la rentabilidad operativa. Fama y French reportaron que el nuevo modelo describía mejor el comportamiento de la rentabilidad media que el modelo tradicional de tres factores, principalmente cuando se aplicaba a compañías con una inversión alta y fuertes rentabilidades operativas. La literatura ha mostrado evidencias empíricas sobre el comportamiento del modelo. Fama y French (2017) testearon el modelo de tres y cinco factores para un conjunto de carteras en 23 mercados desarrollados. Encontraron que el modelo se comportaba mejor en la región de Norte América y Europa y para compañías con altos niveles de capitalización. Por otro lado, Foye (2018) encontró que para Europa del Este y América Latina, el modelo de cinco factores se comportaba mejor que el de tres factores, pero fallando en el caso de Asia.

La literatura previa también ha trabajado con el modelo de cinco factores para analizar el atractivo inversor en renovables. Martí-Ballester (2020) identificó, a través del modelo de cinco factores, que las compañías dedicadas al cuidado de la salud y a la biotecnología tienen un comportamiento financiero mejor que los fondos convencionales. Estos sectores se encuadran en el objetivo tres de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (United Nations, 2019). Otros autores como Joliet y Titova (2018) o Sokolovska y Kešeljević (2019) encontraron que los factores que componen el modelo de cinco factores de Fama y French son tenidos en cuenta por los inversores en fondos socialmente responsables.

Por todo lo anterior, para nuestro trabajo, utilizamos el modelo de cinco factores de Fama y French (2015). Mas concretamente, la metodología empleada no se basa en la rentabilidad esperada del activo, sino en la alfa que reporta el modelo de cinco factores para el conjunto de índices propuestos, ya que su comportamiento es mejor que el resto de modelos de valoración de activos (Miralles-Quirós et al., 2020). En este modelo, la rentabilidad de la inversión sobre el mercado se mide a través del factor alfa o alfa de Jensen (Jensen, 1968), y el riesgo de mercado se representa a través del factor beta. Un

factor alfa positivo y un coeficiente beta positivo y menor que uno, denota que la inversión es óptima (Fama y French, 1992).

Siguiendo trabajos previos para medir el comportamiento de los fondos de inversión (Irwin et al., 2011; López, Garcia y Rodriguez, 2007; Searcy y Elkhawas, 2012) aquí se utilizará la rentabilidad como variable representativa del comportamiento financiero.

3. Muestra y metodología

3.1 Datos y método

Tal como se ha argumentado en el apartado previo, en este trabajo se utiliza el modelo de cinco factores de Fama y French, (2015) aplicado a un conjunto de índices sostenibles y de energía renovable. La utilización de este modelo nos permite contrastar las hipótesis de partida de una forma óptima, ya que se trata del modelo multifactorial más actualizado hasta la fecha en la valoración de activos. El modelo de cinco factores permitió explicar entre el 71% y el 94% de varianza de la rentabilidad esperada en su artículo seminal (Fama y French, 2015). A través de la inclusión del factor rentabilidad e inversión, el modelo de tres factores fue ampliado, debido a la poca eficiencia de este último para explicar la variación de la rentabilidad esperada en carteras con altos niveles de inversión o rentabilidad operativa (Novy-Marx, 2013; Titman et al., 2004).

La variable extraída para analizar el comportamiento de los índices fue la rentabilidad anual de los mismos a 31 de diciembre de cada año. El periodo de estudio se extendió desde el 31 de diciembre del 2010 al 31 de diciembre del 2019, siendo la fecha de consulta de los datos el 04 de mayo del 2020. La base de datos principal utilizada para la extracción de esta variable fue *Eikon by Thomson Reuters* (Nadeem, Gyapong y Ahmed, 2020; Uyar et al., 2020). Los datos no disponibles en esta base de datos fueron consultados en las bases de datos de los respectivos desarrolladores de índices.

Siguiendo a Rezec y Scholtens (2017), realizamos un breve estudio inicial sobre el comportamiento de estas rentabilidades a través de estadísticos descriptivos como la media, la desviación típica y la ratio Sharpe. La ratio Sharpe es un índice ampliamente utilizado por la literatura para comparar el rendimiento ajustado al riesgo de dos o más inversiones. La rentabilidad se ajusta a la volatilidad del activo, midiendo el exceso de rentabilidad por unidad de desviación típica de este (Sharpe, 1994). La ratio Sharpe se configura a través de la siguiente formula:

$$SR_i = \frac{R_i - R_f}{\sigma_i}, \quad (1)$$

donde, R_i es la rentabilidad media anual del activo i , R_f es la rentabilidad libre de riesgo anual representada por la letra del Tesoro norteamericano a un mes y σ_i es la desviación típica de las rentabilidades del activo i . Un valor positivo denota que la rentabilidad ajustada al riesgo se encuentra por encima de la rentabilidad libre de riesgo, mientras que un valor negativo nos deja ver que el comportamiento del activo es peor al presentado por el activo libre de riesgo.

En cuanto a los datos base utilizados para analizar los factores explicativos, se utilizó el repositorio de datos publicado por French (2020), con la misma frecuencia de datos y periodo de tiempo extraído que para la variable rentabilidad.

El modelo factorial básico para el análisis de inversiones fue el *Capital Asset Pricing Model* (Lintner, 1965; Sharpe, 1964). El argumento central de este modelo es que la cartera del mercado es eficiente en relación a su varianza de acuerdo a Markowitz (1959). La eficiencia del mercado implica que la rentabilidad del activo es una función lineal positiva de la beta del mercado, y que la beta es suficiente para explicar la varianza de la rentabilidad esperada. En él se especifica que los inversores son compensados solo por el riesgo no diversificado (riesgo sistemático). El modelo presentaba ciertas contradicciones, la más significativa es el efecto tamaño de Banz (1981). En su artículo demostró como el tamaño de una compañía explica parte de la varianza de su rentabilidad, por lo que no era suficiente tener en cuenta sólo la rentabilidad del mercado. Los coeficientes de α_i y β_i se obtienen de la regresión entre la rentabilidad del activo sobre la rentabilidad del mercado:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_i(R_{mt} - R_{ft}) + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

donde R_{it} es la rentabilidad del activo en el momento t , R_{ft} es la rentabilidad del activo libre de riesgo en el momento t , R_{mt} es la rentabilidad del índice de referencia, α_i es el alfa de Jensen (Jensen, 1968), β_i es el riesgo sistemático del activo y ε_{it} es el termino error.

El alfa de Jensen, también conocida simplemente como alfa, es una medida basada en el rendimiento ajustado al riesgo, representando el rendimiento promedio de una cartera o inversión. Para nuestro caso, el rendimiento que reportaría un índice bursátil. Este rendimiento se encuentra por encima o por debajo de la rentabilidad mínima exigida por

el CAPM, dada una beta y una rentabilidad media del mercado. Cuando el alfa es positiva, decimos que la rentabilidad del activo es superior en relación con el mercado. De lo contrario, la rentabilidad estaría por debajo del mismo. Es decir, el alfa de Jensen mide la diferencia entre la rentabilidad del activo y la rentabilidad que reporta el mercado de referencia.

Por lo tanto, la metodología empleada se basa en el alfa generado por el modelo de cinco factores, debido al mejor rendimiento de este en comparación con otros modelos (Miralles-Quirós et al., 2020). Autores como Schröder (2007) y Sokolovska y Kešeljević (2019) han utilizado el alfa de Jensen para valorar el atractivo inversor en índices sostenibles.

El riesgo sistemático (β_i) afecta a la diferencia entre la rentabilidad del mercado y la rentabilidad del activo libre de riesgo. Esta diferencia es la que Fama y French (2015) llamaron MRP (*Market Risk Premium*, por sus siglas en inglés):

$$R_{mt} - R_{ft} \quad (3)$$

Para el presente trabajo, tratamos de relacionar el alfa de Jensen y la beta o riesgo sistemático a través del modelo de cinco factores. El alfa de Jensen refleja el rendimiento del activo ajustado al riesgo, mientras que el factor beta nos dice como de volátil es el activo en comparación a su mercado de referencia. De esta forma, podemos valorar la relación rentabilidad-riesgo de cada índice. Un factor alfa por encima de cero denota que existe un rendimiento positivo mayor del activo respecto a su mercado de referencia. Un valor de beta por encima de la unidad nos dice que un activo es más volátil que su mercado de referencia. Por ejemplo, una beta de 1,10 nos informa de que cuando el mercado sube, el activo sube un diez por ciento más que el mercado.

El modelo básico de valoración de activos inicial ha sido modificado a lo largo de las décadas, incluyendo otros factores que afectan a la rentabilidad de un activo como puede ser el tamaño de la compañía, el momento por el que está pasando, la inversión o su ratio *Book To Market Value* (ratio B/M).

El primero de estos modelos, fue el modelo de tres factores de Fama-French (Fama y French, 1992). El modelo fue diseñado para testear la relación existente entre la rentabilidad media y el tamaño de la compañía (medido por su capitalización), así como la relación entre la rentabilidad media y la ratio de precios *Book to Market* (ratio B/M). Los autores demostraron que la rentabilidad no sólo depende del riesgo sistemático del

mercado (beta), sino que le influye también el nivel de capitalización y la ratio B/M de la compañía. El modelo de tres factores considera que la rentabilidad de las acciones de valor (valor de sus activos mayor a valor de capitalización en mercado) y poco capitalizadas superan a la rentabilidad media del mercado. El modelo se presenta como sigue:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha + \beta_1 MRP + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

donde R_{it} es la rentabilidad del activo en el momento t , R_{ft} es la rentabilidad del activo libre de riesgo, MRP es la diferencia entre la rentabilidad del mercado de referencia R_{mt} y la rentabilidad libre de riesgo R_{ft} , α_i es el alfa de Jensen (Jensen, 1968), β_1 es el riesgo sistemático del activo, SMB_t es la diferencia en la rentabilidad entre una cartera diversificada de acciones de baja capitalización, y la rentabilidad de una cartera diversificada de acciones con capitalización alta, HML_t es la diferencia entre las rentabilidades de carteras con acciones que presentan altos valores de ratio B/M y carteras con valores en la ratio B/M bajos y ε_t es un residuo medio cero. Los valores de β_2 y β_3 representan la exposición de los factores a las variaciones de la rentabilidad esperada.

Para construir los factores SMB y HML se distribuyen las acciones de una región en dos grupos en función de la capitalización de mercado (*small / big*), y a su vez en tres grupos en base a la ratio B/M (*value / neutral / growth*). Esto resulta en un total de seis carteras de acciones. Las compañías con capitalización alta son las comprendidas en el 90% de la capitalización más alta para cada junio en una región, y las compañías con capitalización baja se encuentran en el 10% más bajo. Los puntos de corte para distribuir las compañías en base a la ratio B/M, son el percentil treinta y el percentil setenta para cada grupo (compañías pequeñas y compañías grandes).

Fama y French demostraron cómo las compañías pequeñas (baja capitalización) tienden a ser más rentables que las compañías con una capitalización alta. Es decir, la rentabilidad es explicada por el factor tamaño de la empresa, lo que Fama y French catalogaron como el factor SMB (*Small Minus Big*). Dicho factor se calcula a través de la diferencia entre las tres carteras de compañías pequeñas y las tres carteras de compañías grandes:

$$SMB = 1/3(Small Value + Small Neutral + Small Growth) - 1/3(Big Value + Big Neutral + Big Growth) \quad (5)$$

El segundo factor midió la relación que tiene el valor de una empresa con su rentabilidad. El valor se mide a través de la ratio *Book To Market Value*, es decir, la relación existente entre su valor contable y su valor de mercado. Fama y French identificaron que las compañías con un valor alto (compañías de valor) presentaban una rentabilidad mayor que las compañías con un valor bajo (compañías de crecimiento). Esta relación la enmarcaron en el factor HML (*High Minus Low*). Dicho factor se calcula a través de la diferencia entre las dos carteras con una ratio B/M mayor y las dos carteras con una ratio B/M menor:

$$HML = 1/2 (Small Value + Big Value) - 1/2 (Small Growth + Big Growth) \quad (6)$$

Adicionalmente, a los tres factores propuestos por Fama-French (MRP, SMB y HML), el modelo de Carhart (1997) propuso un cuarto factor, WML (*Winners Minus Losers*, por sus siglas en inglés) o factor *Momentum*.

El factor *Momentum* trató de analizar el comportamiento económico-financiero de las compañías, a través de sus rentabilidades durante los últimos doce meses. Carhart introdujo una cartera compuesta por compañías que tuvieron un buen comportamiento en su rentabilidad en los últimos doce meses, haciendo ver que el comportamiento pasado influye sobre la rentabilidad. El modelo queda como sigue:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha + \beta_1 MRP_t + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML_t + \beta_4 WML_4 + \varepsilon_t \quad (7)$$

El factor WML_4 es la diferencia promedio entre carteras con rentabilidades altas (*winners*) menos carteras con rentabilidades bajas (*losers*). A través de la generación de carteras, se utiliza una distribución de carteras 2X3 respecto al tamaño (grandes, pequeñas) y al momentum de las compañías (*losers*, *neutral* y *winners*) para cada junio en esa región, resultando en total seis carteras. Para las carteras formadas a final de cada junio, el momentum es la rentabilidad acumulada de una compañía en los últimos 12 meses. Los puntos de corte para cada región son el percentil treinta y el percentil setenta para cada grupo (compañías pequeñas y compañías grandes).

Posterior a este modelo, Fama y French (2015) añadieron al modelo de tres factores dos factores relevantes más. Evidenciaron que las compañías con una rentabilidad alta en sus activos eran compañías que reportaban rentabilidades esperadas altas. Mientras que las compañías con tasas de inversión interna altas experimentaban cierta caída del valor de sus acciones. En definitiva, el modelo de cinco factores queda de la siguiente forma:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha + \beta_1 MRP_t + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML_t + \beta_4 CMA_4 + \beta_5 RMW_5 + \varepsilon_t \quad (8)$$

La ecuación (8) nos permite identificar dos factores más que influyen sobre la rentabilidad del activo.

Para la construcción de los factores CMA y RMW, los puntos de corte para distribuir las compañías en base a la rentabilidad operativa y a la inversión en tres grupos son el percentil treinta y el percentil setenta para cada grupo (compañías pequeñas y compañías grandes).

El factor CMA (*Conservative Minus Aggressive*, por sus siglas en inglés) captura la diferencia que existe en la rentabilidad entre empresas con una inversión agresiva, y empresas conservadoras. Este factor se basó en la cantidad de inversión (aumento del Activo Total) que tiene una empresa durante un periodo determinado. En su estudio, Fama y French afirmaron que las compañías con un crecimiento lento de su activo (conservadoras) son propicias a reportar rentabilidades más altas. El factor CMA es la rentabilidad media de dos carteras con inversiones conservadoras (bajas) menos dos carteras con inversiones agresivas (altas):

$$CMA = 1/2 (Small Conservative + Big Conservative) - 1/2 (Small Aggressive + Big Aggressive) \quad (9)$$

El quinto factor señaló que, si una empresa presenta una rentabilidad operativa mayor que otra, la rentabilidad esperada de aquella será mayor. Mide la diferencia entre una cartera compuesta por compañías con rentabilidades operativas altas y una cartera compuesta por compañías con rentabilidades operativas bajas (RMW – *Robust Minus Weak*, por sus siglas en inglés). Dicho factor es la rentabilidad media de dos carteras con rentabilidad operativa alta, menos dos carteras con rentabilidad operativa baja:

$$RMW = 1/2 (Small Robust + Big Robust) - 1/2 (Small Weak + Big Weak) \quad (10)$$

En nuestro trabajo, la elección del modelo de cinco factores nos permitió conocer un mayor número de factores con posibles influencias sobre la rentabilidad esperada. Se estimó el modelo de cinco factores de Fama y French a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para índices DJSI regionales e índices de energía renovable.

3.2 [Muestra](#)

Siguiendo la literatura previa, el enfoque de esta investigación se basó en el uso de índices bursátiles sostenibles y de energía renovable a nivel global (Irwin et al., 2011; López, Garcia, Rodriguez y Lopez, 2007). El valor añadido aportado mediante el estudio de índices bursátiles nos permitió conocer el comportamiento de una gran cantidad de compañías, resultando más eficiente el análisis.

La muestra de este trabajo se dividió en dos bloques. Por un lado, y con el objetivo de analizar la inversión en sostenibilidad en términos globales (Sokolovska y Kešeljević, 2019; Cho, Guidry, Hageman y Patten, 2012; Searcy y Elkhawas, 2012), fueron seleccionados los índices regionales *Dow Jones Sustainability Index* (DJSI). Creados por *S&P Dow Jones Indices* y *RobecoSAM*, la familia de índices DJSI están formados por compañías líderes en cuestiones de sostenibilidad, acorde a los criterios ambientales, sociales y de gobierno (*Environmental, Social and Goverment*). Cada año, las compañías se renuevan conforme al ranking de sostenibilidad corporativa desarrollado por *RobecoSAM*. La familia DJSI está compuesta por cuatro índices regionales: *DJSI World Sustainability Composite*, *DJSI Europe*, *DJSI North America* y *DJSI Asia-Pacific*. Para una información más detallada de los índices, diríjase al [Apéndice \(Tabla 1\)](#).

El segundo bloque de nuestra muestra fue el integrado por índices de energía renovable. Conforme a la literatura previa (Rezec y Scholtens, 2017; Sokolovska y Kešeljević, 2019), se identificaron un conjunto de índices bursátiles que fluctuaron conforme a compañías cuya actividad, directa o indirectamente, estuvo relacionada con la energía renovable. Al final, se analizaron un total de doce índices para extraer su atractivo inversor. De la mano de proveedores de índices bursátiles de referencia como *Financial Times Stock Exchange* (FTSE), *S&P Dow Jones Indices*, *NASDAQ* o *Wilderhill*, los índices seleccionados nos aportaron confianza y accesibilidad en los datos. A continuación, se enumeran los doce índices de estudio utilizados (para una información más detallada, diríjase al [Apéndice, Tabla 1](#)): *Ardour Global Alternative Energy*, *Ardour Global Alternative Energy Extra Liquid*, *Ardour Global Alternative Energy Solar*, *FTSE Environmental Opportunities Renewable and Aternative Energy 50 Index*, *World Renewable Energy*, *S&P Global Alternative Energy*, *S&P Global Clean Energy*, *S&P Asia Pacific Large-Mid Cap Carbon Efficient Index*, *BNP Paribas Global*

Renewable Energies Price Return Index, NASDAQ Renewable Edge US Liquid, European Renewable Energy y Wilderhill New Energy Global Innovation.

Igualmente, presentamos los índices convencionales con los que podremos realizar un estudio comparativo del comportamiento inversor (ver Tabla 1). De acuerdo con Rezec y Scholtens (2017), se identificó para cada uno de los índices sostenibles y de energía renovable, un índice convencional con el que comparar. Los criterios adoptados para relacionar cada uno de los índices con su índice convencional fueron dos: que ambos fluctuaran conforme a compañías de la misma región; y que, siempre que fuera posible, los desarrolladores del índice fueran los mismos.

En la Tabla 1 se presenta, de forma esquemática y simplificada, la muestra de índices utilizada en este trabajo.

Tabla 1. Muestra de estudio.

Indices sostenibles / energía renovable	Indices de referencia
DJSI World Sustainability Composite	S&P Global 1200
DJSI Europe	S&P Europe 350
DJSI North America	S&P 500
DJSI Asia Pacific	S&P Asia Pacific BMI
Ardour Global Alternative Energy	MSCI World
Ardour Global Alternative Energy Extra Liquid	
FTSE Environmental Opportunities Renewable and Alternative Energy 50 Index	FTSE All World
Ardour Global Alternative Energy Solar	MSCI World
World Renewable Energy	
S&P Global Alternative Energy	S&P Global 1200
S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index	S&P Asia Pacific BMI
BNP Paribas Global Renewable Energies Price Return Index	MSCI World
NASDAQ Renewable Edge US Liquid	NASDAQ Composite Index
S&P Global Clean Energy	S&P Global 1200
European Renewable Energy	DJ Eurostoxx
Wilderhill New Energy Global Innovation	MSCI World

Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

Conforme a los objetivos estipulados para el trabajo, trabajamos con el modelo de cinco factores de Fama y French para una muestra amplia de índices sostenibles y de energía renovable. A través de regresiones simples por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para cada índice en cuestión, hemos podido extraer los resultados que a continuación se exponen. Dichos resultados se estructuran en tres bloques: estudio de los índices DJSI

regionales y comparativa con índices convencionales, estudio de los índices de energía renovable y comparativa con índices convencionales, y relación rentabilidad-riesgo para índices sostenibles y de energía renovable.

Antes de pasar a la presentación de los resultados del modelo de cinco factores y siguiendo a Rezec y Scholtens (2017), reportamos un resumen de los estadísticos descriptivos generados por los índices.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para DJSI regionales y referencia.

DJSI	Referencia	Media	Desviación típica	Media (Referencia)	Desviación típica (Referencia)	Ratio Sharpe	Ratio Sharpe (Referencia)
DJSI World Sustainability Composite	S&P Global 1200	11,0797	10,9574	10,6850	12,9869	0,9634	0,7825
DJSI Europe	S&P Europe 350	3,7115	15,1856	6,2430	15,7737	0,2100	0,3626
DJSI North America	S&P 500	9,8260	12,0414	1,1530	12,2611	0,7726	1,1116
DJSI Asia Pacific	S&P Asia Pacific BMI	8,5600	11,8508	7,4970	14,0408	0,6782	0,4967

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 observamos como la media de la rentabilidad anual de los índices *DJSI World Sustainability Composite* y *DJSI Asia Pacific* es mayor que la rentabilidad presentada por los índices convencionales. En cuanto a las desviaciones típicas (volatilidad del índice), nótese que los índices sostenibles son menos volátiles que los índices convencionales. La ratio Sharpe guarda un comportamiento muy similar al reportado por la media de las rentabilidades. Observamos como el valor de la ratio Sharpe se aproxima a 0, pero no es negativo, lo que interpretamos como una rentabilidad mayor al activo libre de riesgo.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para índices renovables y referencia.

Índices renovables	Referencia	Media	Desviación típica	Media (Referencia)	Desviación típica (Referencia)	Ratio Sharpe	Ratio Sharpe (Referencia)
Ardour Global Alternative Energy	MSCI World	5,1663	29,6214	7,9580	12,7490	0,1568	0,5832
Ardour Global Alternative Energy Extra Liquid		5,1427	31,5790			0,1463	
FTSE Environmental Opportunities Renewable and Alternative Energy 50 Index	FTSE All World	1,5640	17,3503	7,2900	12,8992	0,0600	0,5246
Ardour Global Alternative Energy Solar	MSCI World	-0,3646	61,5850	7,9580	12,7490	-0,0144	0,5832
World Renewable Energy		29,9050	31,7931			0,9242	
S&P Global Alternative Energy	S&P Global 1200	-0,1940	30,1901	10,6850	12,9869	-0,0237	0,7825
S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index	S&P Asia Pacific BMI (USD)	7,6840	13,8538	7,4970	14,0408	0,5169	0,4967
BNP Paribas Global Renewable Energies Price Return Index	MSCI World	-0,1396	29,6625	7,9580	12,7490	-0,0223	0,5832
NASDAQ Renewable Edge US Liquid	NASDAQ Composite Index	9,1774	35,8738	15,5548	14,5799	0,2412	1,0310
S&P Global Clean Energy	S&P Global 1200	-6,6360	25,1097	10,6850	12,9869	-0,2851	0,7825
European Renewable Energy	DJ Eurostoxx	10,4400	40,1336	3,1560	13,3989	0,2471	0,1965
Wilderhill New Energy Global Innovation	MSCI World	2,3125	28,3624	7,9580	12,7490	0,0631	0,5832

Fuente: Elaboración propia.

Para los índices dedicados a la energía renovable, vemos como las rentabilidades se encuentran por debajo del índice de referencia seleccionado, salvo tres excepciones: *World Renewable Energy*, *S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index* y *European Renewable Energy* (Tabla 3). En cuanto a las desviaciones típicas, y a

diferencia de los índices sostenibles, la volatilidad para los índices renovables es considerable, y en todos los casos por encima del índice de referencia, salvo para el *S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index*. Para algunos índices la ratio Sharpe es negativa señalando que, para el periodo de estudio seleccionado, los índices en cuestión reportaron menos rentabilidad que el activo libre de riesgo (Sharpe, 1994). La ratio Sharpe de los índices de referencia son superiores a los índices renovables, excepto en los tres índices indicados arriba.

4.1 DJSI regionales y marco de referencia

Una vez hemos analizado los estadísticos descriptivos para índices sostenibles y de energía renovable, pasamos ahora a reportar los resultados obtenidos a través del modelo de cinco factores de Fama y French para los índices sostenibles (Tabla 4).

Tabla 4. DJSI regionales. Modelo 5 factores de Fama y French

DJSI	MRP	SMB	HML	RMW	CMA	α	R ²
DJSI World Sustainability Composite	0,7827*** (0,1307)	0,1544 (0,3377)	0,5595 (0,4398)	1,0975 (0,5711)	-0,2842 (0,7139)	0,0020 (0,0326)	0,7956
DJSI Europe	0,9496*** (0,0268)	-0,3038*** (0,0654)	-0,3859** (0,1580)	-0,5120* (0,1887)	0,2762 (0,1580)	-0,0101 (0,0078)	0,9952
DJSI North America	0,8926*** (0,0910)	0,0226 (0,2057)	0,2981 (0,2450)	0,3118 (0,2250)	-0,4229 (0,3880)	-0,0159 (0,0187)	0,9317
DJSI Asia Pacific	0,5864** (0,1716)	0,1519 (0,6984)	0,3615 (0,5003)	-0,3752 (0,6355)	-1,6632 (0,8625)	0,1234* (0,0501)	0,5702
S&P Global 1200	0,9616*** (0,0344)	-0,1652 (0,0888)	0,0815 (0,1157)	0,1061 (0,1502)	-0,0593 (0,1878)	0,0035 (0,0086)	0,9898
S&P Europe 350	0,9942*** (0,0190)	-0,2547*** (0,0464)	-0,0933 (0,1121)	0,0960 (0,1339)	0,2530* (0,1121)	-0,0110 (0,0055)	0,9978
S&P 500	0,9792*** (0,0237)	-0,2300** (0,0536)	0,0169 (0,0638)	0,0427 (0,0586)	0,0352 (0,1010)	0,0077 (0,0049)	0,9956
S&P Asia Pacific BMI	0,8849*** (0,1440)	0,5012 (0,5859)	-0,0663 (0,4197)	0,0052 (-0,5332)	-0,7227 (0,7236)	0,0671 (0,0420)	0,7964

*** Significativo al 1% | ** Significativo al 5% | * Significativo al 10%. Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, el factor más significativo a efectos estadísticos es el MRP (riesgo sistemático). Esta significatividad nos permite aceptar la hipótesis dos de nuestro modelo, a saber: *El factor más influyente de los propuestos por Fama y French es el coeficiente beta o riesgo sistemático*. Índices como el *DJSI World Sustainability Composite*, *DJSI North America* y *DJSI Asia Pacific* reportan betas inferiores a sus índices de referencia, los cuales se encuentran cercanos a uno. En cambio, los

coeficientes alfa son negativos o cercanos a cero, por lo que no se da la relación positiva entre riesgo y rentabilidad del activo. Los índices *DJSI Europe* o el *DJSI North America* tienen rentabilidades negativas. En cambio, el índice *DJSI Asia Pacific* reporta un coeficiente alfa positivo y superior a su índice de referencia.

Respecto al factor tamaño (SMB), sólo el *DJSI Europe* presenta un nivel de significatividad del 1%. Los valores son dispares en su dirección. Los índices sostenibles presentan una dirección positiva respecto a la rentabilidad esperada, excepto el *DJSI Europe*. Esto demuestra que las compañías son de baja capitalización. En cambio, los índices de referencia están formados por compañías altamente capitalizadas. A juzgar por la significatividad del factor valor (HML), los inversores no tienen en consideración esta característica en las compañías sostenibles, salvo para el caso del *DJSI Europe* (significativo al 5%). Nos encontramos con valores positivos de HML, viniendo a decir que las compañías sostenibles son “compañías de valor”, es decir, compañías que cotizan con un valor de mercado por debajo del valor de sus activos.

Pasamos ahora a analizar los dos nuevos factores que Fama y French incluyeron en su modelo de cinco factores. Por un lado, nos encontramos con el factor RMW o factor rentabilidad operativa. Un valor positivo de este coeficiente, nos está diciendo que los índices están compuestos por compañías rentables. Vemos como para los índices sostenibles *DJSI World Sustainability Composite* y *DJSI North America*, los valores son positivos. En cambio, los dos restantes nos indican que están compuestos por compañías no rentables. Para los índices de referencia, el valor es positivo en todas las regiones. Al margen de la dirección, el factor no es tenido en cuenta por los inversores, excepto para el caso del *DJSI Europe* (significativo al 10%). Otro de los factores es el factor inversión o CMA. Un coeficiente positivo en este factor está indicando que las compañías presentan altas tasas de inversión. Excepto el *DJSI Europe*, el resto de los índices presentan valores negativos. Esto quiere decir que las compañías son conservadoras (inversión baja). La significatividad es nula en los índices de la muestra, los inversores no tienen en cuenta este factor, excepto en el índice de referencia para Europa (*S&P Europe 350*).

4.2 [Índices renovables y marco de referencia](#)

Una vez analizados los índices sostenibles, vamos ahora a enfocarnos en el factor medioambiental dentro de la sostenibilidad a través de los índices de energía renovable (Tabla 5).

Tabla 5. Índices renovables. Modelo 5 factores de Fama y French

Índices renovables	MRP	SMB	HML	RMW	CMA	α	R ²
Ardour Global Alternative Energy	1,7205** (0,5187)	-1,2593 (1,3407)	0,4270 (1,7463)	-2,4409 (2,2674)	-2,6879 (2,8345)	-0,0195 (0,1294)	0,8018
Ardour Global Alternative Energy Extra Liquid	1,7793** (0,6128)	-1,4330 (1,5838)	0,4640 (2,0630)	-2,6505 (2,6787)	-2,7159 (3,3486)	-0,0172 (0,1529)	0,7576
FTSE Environmental Opportunities Renewable and Alternative Energy 50 Index	1,0507*** (0,2075)	-0,6877 (0,5362)	0,4274 (0,9685)	-1,1626 (0,9069)	-2,1498* (1,3370)	-0,0363 (0,0518)	0,9052
Ardour Global Alternative Energy Solar	3,7156** (1,2205)	-1,0112 (3,1545)	-0,2549 (4,1089)	-1,1801 (5,3351)	-4,0664 (6,6695)	-0,3350 (0,3045)	0,7489
World Renewable Energy	1,5770* (0,7382)	-1,3040 (1,9080)	-3,4985 (2,4852)	3,7953 (3,2269)	6,9425* (4,0340)	-0,1150 (0,1842)	0,6593
S&P Global Alternative Energy	1,6307** (0,5662)	-1,4345 (1,4634)	0,2534 (1,9061)	-2,0801 (2,4750)	-3,3613 (3,0940)	-0,0810 (0,1413)	0,7713
S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index	0,8785*** (0,1267)	0,5841 (0,5157)	-0,0073 (0,3694)	0,0622 (0,4693)	-0,8318 (0,6369)	0,0716* (0,0370)	0,9278
BNP Paribas Global Renewable Energies Price Return Index	1,1100 (0,8909)	-0,6265 (2,3027)	-0,5296 (2,9994)	-2,3045 (3,8945)	-1,9561 (4,8686)	-0,042 (0,2223)	0,4243
NASDAQ Renewable Edge US Liquid	2,4354** (0,7169)	-0,5720 (1,6199)	-0,0569 (1,9294)	-1,4355 (1,7714)	-1,0474 (3,0552)	-0,2039 (0,1472)	0,7918
S&P Global Clean Energy	0,9265* (0,4859)	-0,8914 (1,2557)	0,5745 (1,6357)	-1,6466 (2,1238)	-4,5298* (2,6550)	-0,0784 (0,1212)	0,7512
European Renewable Energy	0,7981 (1,3261)	1,1735 (3,2419)	-4,8364 (7,8286)	-5,8827 (-9,3468)	3,7254 (7,8251)	0,1738 (0,3841)	0,2714
Wilderhill New Energy Global Innovation	1,7700* (0,4530)	-0,6928 (1,1708)	0,556 (1,5250)	-1,13645 (1,9801)	-2,6856 (2,4754)	-0,0890 (0,1130)	0,8357
FTSE All World	0,9441*** (0,0252)	-0,1626* (0,0652)	-0,0135 (0,0850)	0,0676 (0,1103)	0,0339 (0,1379)	0,0233** (0,0063)	0,9974
S&P Global 1200	0,9586*** (0,0720)	-0,1347 (0,1860)	-0,0492 (0,2423)	-0,0122 (0,3146)	0,0104 (0,3933)	-0,0290 (0,0180)	0,9807
S&P Asia Pacific BMI	0,8849*** (0,1440)	0,5012 (0,5859)	-0,0663 (0,4197)	0,0052 (0,5332)	-0,7227 (0,7236)	0,0671 (0,0420)	0,9049
NASDAQ Composite Index	1,1173*** (0,0656)	-0,2043 (0,1483)	-0,1396 (0,1766)	-0,2738 (0,1622)	-0,2214 (0,2797)	0,0056 (0,0135)	0,9893
DJ Eurostoxx	0,7829** (0,2067)	-0,1529 (0,5053)	-2,0888 (1,2202)	-1,9104 (1,4569)	1,8580 (1,2197)	0,01580 (0,0599)	0,8397
MSCI World	0,9441*** (0,0252)	-0,1626* (0,0652)	-0,0135 (0,0850)	0,0676 (0,1103)	0,0339 (0,1379)	-0,2330** (0,0063)	0,9974

*** Significativo al 1% | ** Significativo al 5% | * Significativo al 10%. Fuente: Elaboración propia.

El factor MRP o riesgo sistemático es el factor clave en donde se fijan los inversores de índices renovables. Todos ellos tienen una relación significativa con la rentabilidad esperada, salvo para los índices *BNP Paribas Global Renewable Energies Price Return Index* y *European Renewable Energy*. Aceptamos pues la hipótesis 2 de nuestro análisis, siendo esta la siguiente: *El factor más influyente de los propuestos por Fama-French es el coeficiente beta o riesgo sistemático*. En cuanto a los valores, son realmente altos y en muchas ocasiones por encima de la unidad. En índices como el *S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index* o *European Renewable Energy* los valores se encuentran por debajo de uno, lo que denota una volatilidad menor al mercado de referencia. Los índices *Ardour Global Alternative Energy Solar* y *NASDAQ Renewable Edge US Liquid* son los que presentan un mayor riesgo sistemático (3,7156 y 2,4354, respectivamente). Este comportamiento contrasta con el de los índices convencionales de referencia en los que todas sus betas se encuentran por debajo de la unidad, exceptuando el *NASDAQ Composite Index* (1,1173). Respecto al factor alfa, únicamente rescatamos dos índices sostenibles con factor alfa positivo: *S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index* y *European Renewable Energy* (0,0716 y 0,1738, respectivamente). Estos mismos índices son los que reportan un factor MRP por debajo de la unidad. Los índices convencionales presentan rentabilidades positivas.

En cuanto al factor tamaño o SMB, no hay significatividad en ninguno de los índices analizados, siendo la dirección de la relación negativa. Esto nos dice que los índices están formados por compañías altamente capitalizadas, salvo el *S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index* y el *European Renewable Energy*, donde los valores son positivos. Los índices de referencia tienen un comportamiento muy similar. Conforme a estos resultados, rechazamos la hipótesis tres de nuestro análisis, a saber: *Las compañías renovables son empresas pequeñas y en crecimiento*.

Los resultados para el factor HML son dispares. Seis de los doce índices renovables presentan valores positivos, es decir, están compuestos por “compañías de valor” (compañías que cotizan con un valor de mercado inferior al valor de sus activos). En cambio, para los índices de referencia todos los valores de HML son negativos. La significatividad del factor es nula.

Pasamos al análisis de los dos últimos factores propuestos por Fama y French. Para el índice de rentabilidad o RMW, los resultados no son estadísticamente significativos. El valor del factor es negativo en todos los índices renovables (compañías no rentables). La

excepción la marcan los índices *World Renewable Energy* y *S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index* (3,7953 y 0,0622, respectivamente). El comportamiento del factor es diferente para los índices convencionales. Tres de los seis índices presentan valores positivos. En cuanto al factor de inversión o CMA, la significatividad se da en tres de los doce índices sostenibles, a saber: *FTSE Environmental Opportunities Renewable and Alternative Energy 50 Index*, *World Renewable Energy* y *S&P Global Clean Energy*. Los valores son negativos exceptuando los siguientes índices: *World Renewable Energy* y *European Renewable Energy*. Esto nos indica que las compañías no presentan altas tasas de inversión (compañías conservadoras), a diferencia de los índices de referencia donde la inversión es más agresiva.

4.3 Relación rentabilidad – riesgo

Una vez vistos los factores más relevantes, hemos comprobado como el factor más significativo para los inversores es el factor MRP o riesgo sistemático. Este factor guarda una estrecha relación con el factor alfa, o rentabilidad del índice. Una beta por debajo de la unidad y una rentabilidad alta nos da pie a considerar una inversión como atractiva. Los inversores que hacen frente a estas posiciones, se consideran adversos al riesgo (Fama & French, 2015). A modo aclaratorio y con la intención de considerar ambos factores como los más representativos, analizamos en la Tabla 6 los valores extraídos de los modelos para el factor MRP y el factor alfa en porcentajes.

Tabla 6. Relación rentabilidad – riesgo en DJSI e índices renovables (Continua)

DJSI	Alfa 5 factores %	Beta 5 factores	R ²
DJSI World Sustainability Composite	0,2	0,7827***	0,7956
DJSI Europe	-1,01	0,9496***	0,9952
DJSI North America	-1,59	0,8926***	0,9317
DJSI Asia Pacific	12,34*	0,5864**	0,5702
S&P Global 1200	0,35	0,9616***	0,9898
S&P Europe 350	-1,10	0,9942***	0,9978
S&P 500	0,77	0,9792***	0,9956
S&P Asia Pacific BMI	6,71	0,8849***	0,7964
Indices renovables	Alfa 5 factores %	Beta 5 factores	R ²
Ardour Global Alternative Energy	-1,95	1,7205**	0,8018

Ardour Global Alternative Energy Extra Liquid	-1,72	1,7793**	0,7576
FTSE Environmental Opportunities Renewable and Alternative Energy 50 Index	-3,63	1,0507***	0,9052
Ardour Global Alternative Energy Solar	-33,46	3,7156**	0,7489
World Renewable Energy	-11,53	1,5770*	0,6593
S&P Global Alternative Energy	-8,07	1,6307**	0,7713
S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index	7,16*	0,8785***	0,9278
BNP Paribas Global Renewable Energies Price Return Index	-4,18	1,1100	0,4243
NASDAQ Renewable Edge US Liquid	-20,39	2,4354**	0,7918
S&P Global Clean Energy	-7,84	0,9265*	0,7512
European Renewable Energy	17,38	0,7981	0,2714
Wilderhill New Energy Global Innovation	-8,86	1,7700*	0,8357
FTSE All World	2,33**	0,9441***	0,9974
S&P Global 1200	-2,91	0,9586***	0,9807
S&P Asia Pacific BMI	6,71	0,8849***	0,9049
NASDAQ Composite Index	0,56	1,1173***	0,9893
DJ Eurostoxx	1,58	0,7829**	0,8397
MSCI World	-23,3**	0,9441***	0,9974

***Significativo al 1% | ** Significativo al 5% | * Significativo al 10%. Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, los índices sostenibles con rentabilidades positivas son *DJSI World Composite* y *DJSI Asia-Pacific*. Destaca este último con una rentabilidad del 12,34% y una significatividad estadística del 10%. El factor alfa se muestra mayor en índices convencionales, excepto en el caso del *DJSI Asia-Pacific*. Los índices sostenibles van acompañados por una beta menor que 0, por lo que no resultan activos riesgosos en base a la volatilidad respecto al mercado de referencia. Realizando una comparativa con los índices convencionales, vemos como estos últimos tienen un factor beta mayor a los reportados por los índices convencionales.

Respecto a los índices renovables, cabe destacar que el *Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index* y *European Renewable Energy* son los únicos índices renovables con rentabilidades positivas (7,16% y 17,38%). El resto reportan factores

alfa negativos y por debajo de sus índices convencionales. Como hemos visto, las betas son altas y por encima de sus índices de referencia. Estos resultados nos dan pie a aceptar la hipótesis uno y cuatro propuestas anteriormente, a saber: H_1 : *Los índices de sostenibilidad y energía renovable resultan poco atractivos para el inversor*; H_4 : *Los índices sostenibles y renovables tienen menos atractivo inversor que los índices convencionales*.

5. Discusión

Los resultados muestran cómo la inversión en índices sostenibles no es atractiva, salvo para los índices *DJSI World* y *DJSI Asia Pacific*. Por otro lado, hemos visto como los índices de energía renovable no son adecuados como una alternativa de inversión óptima para los inversores.

A través del coeficiente beta de los índices sostenibles, vemos como los valores se encuentran cercanos a la unidad. La beta media para los índices sostenibles es de 0,7905, siendo menos volátiles que los índices convencionales, con una beta media de 0,9463. Las compañías sostenibles son entidades altamente capitalizadas, de valor y que se encuentran en un momentum negativo en su rentabilidad. El factor SMB o factor tamaño no es significativo, lo que contrasta con lo publicado por Sokolovska y Kešeljević (2019) quienes reportan significatividad en el factor y compañías poco capitalizadas. La no significatividad del factor podría deberse a que las compañías están muy capitalizadas. En cuanto a las rentabilidades excedidas o factor alfa, los dos índices que muestran valores positivos son el *DJSI World* y *DJSI Asia Pacific* (0,0417 y 0,0287, respectivamente). Estos datos son corroborados por literatura anterior, en donde también se identifica un riesgo bajo y una rentabilidad excedida positiva (Chia et al., 2009; Fang et al., 2020). Otros autores como Rezec y Scholtens (2017) encuentran que existe poco atractivo inversor en las compañías sostenibles, un resultado que apoya las conclusiones extraídas en nuestro trabajo para índices como el *DJSI North America* o *DJSI Europe*. En cuanto a los dos factores adicionales, vemos, en primer lugar, que el factor rentabilidad o RMW presenta resultados dispares. Mientras que para los índices *DJSI World* y *DJSI North America* las compañías son rentables, para el resto de los índices no lo son. Esto no nos da certeza absoluta sobre el hecho de que las compañías sostenibles sean rentables por el mero hecho de ser sostenibles (Sokolovska y Kešeljević, 2019). En cuanto al factor inversión o CMA, vemos que las compañías

sostenibles no presentan inversiones agresivas. La relación positiva entre inversión y rentabilidad no se puede corroborar en este estudio (Cedrick y Long, 2017). Autores como Safarzyńska y van den Bergh (2017) o Wiser y Pickle (2017) soportan que una inversión muy alta puede llegar a producir rendimientos negativos en las compañías e inestabilidad financiera.

En cuanto a los índices de energía renovable, el riesgo sistemático o beta es muy alto en comparación con los índices convencionales de referencia, lo que denota muy poco atractivo inversor. El factor es significativo para todos los índices excepto para el *BNP Paribas Global Renewable Energies Price Return Index* y el *European Renewable Energy*. Las compañías están altamente capitalizadas, y se encuentran en buen momentum en relación con su rentabilidad. Para el factor HML o valor, los resultados son dispares ya que nos encontramos tanto con “compañías de valor” como con “compañías de crecimiento”. Estos resultados se encuentran en consonancia con autores como López, Garcia y Rodriguez (2007) o Sokolovska y Kešeljević (2019). En cuanto a los factores adicionales al modelo de cuatro factores, el factor RMW o rentabilidad denota que la mayor parte de los índices están formados por compañías no rentables. De acuerdo con el factor inversión o CMA, las compañías renovables no tienen una inversión fuerte. La relación entre inversión y rentabilidad no es positiva. Estos resultados contrastan con autores como Currier (2015) y Justice (2009).

La relación rentabilidad riesgo positiva no la encontramos en nuestros resultados. Vemos rentabilidades bajas e incluso negativas, acompañadas de valores beta por encima de la unidad. El atractivo inversor es nulo. Autores como Sokolovska y Kešeljević (2019) han demostrado como para un conjunto de índices renovables, el resultado demuestra un atractivo inversor bajo.

Los resultados tampoco demuestran el “efecto verde” (mejor comportamiento de índices sostenibles y renovables sobre índices convencionales), salvo para los siguientes índices: *DJSI World Sustainability Composite*, *DJSI Asia Pacific*, *S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index* y *European Renewable Energy*. Recientemente, Fang et al. (2020) encontraron que existe un efecto verde para un conjunto de compañías sostenibles perteneciente a la Bolsa de Valores China.

6. Conclusiones e implicaciones políticas

En el presente trabajo se ha utilizado el modelo de cinco factores de Fama y French para un conjunto de índices sostenibles y una gama amplia de índices de energía renovable, siendo esta última una cuestión poco investigada en la literatura previa. Como conclusión principal, soportamos que la inversión en sostenibilidad y energía limpia es muy arriesgada y poco rentable.

Las implicaciones del estudio son más pesimistas para la dimensión medioambiental dentro de la sostenibilidad. La contribución más significativa del estudio es la utilización de un rango amplio de índices renovables. El coeficiente beta en estos índices es significativo y alto, encontrándose por encima de la unidad en muchos casos. Esto acompañado de un factor alfa o rentabilidad negativa, nos da pie a considerar la inversión en renovables como poco atractiva. Hemos comprobado como para compañías asiáticas y europeas la inversión en renovables y sostenibilidad ofrece una relación rentabilidad – riesgo óptima. La dimensión global del índice *DJSI* también reporta una relación riesgo – rentabilidad aceptable.

En cuanto a la comparativa con índices convencionales, observamos que los índices *DJSI* reportan un riesgo sistemático o beta menores. Incluso las rentabilidades excedidas superan a los índices convencionales, excepto para el *DJSI North America*. Respecto a los índices de energía renovable, la relación rentabilidad – riesgo es más atractiva para los índices convencionales de referencia.

Por tanto, los resultados obtenidos dan pie a no considerar la inversión en energía limpia como una alternativa adecuada para el inversor privado. Por ello, la administración pública y los gobiernos en diferentes países o regiones deben aportar un capital significativo para que la inversión sea más rentable. De esta forma, el sector crecerá exponencialmente, y la inversión privada dará una respuesta positiva hacia la transición a la energía limpia (Gamel, Menrad y Decker, 2016; Wüstenhagen y Menichetti, 2012). Uno de los ejemplos más recientes en cuanto a iniciativas públicas, es el “Gran Pacto Europeo Verde”. Una iniciativa que se encuadra dentro de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (United Nations, 2019), con el objetivo de *transformar la UE en una sociedad equitativa, con una economía moderna, eficiente en el uso de recursos, y en la que no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050* (Comisión Europea, 2019, p. 2).

En nuestro estudio se dan una serie de limitaciones que podrían paliarse en futuras investigaciones. Nos ceñimos al modelo de cinco factores de Fama y French, lo que nos limita de cara a comprobar la bondad del modelo contra otros, como puede ser el modelo de cuatro factores de Carhart. Futuras investigaciones en este campo podrían resultar satisfactorias. Tanto la muestra como el periodo de estudio podrían ampliarse, de cara a albergar un mayor número de datos tenidos en cuenta para el análisis. Investigaciones futuras deberán cubrir aspectos como el estudio de hechos históricos relevantes (crisis sanitaria actual) y su implicación en la energía renovable (Arefeen y Shimada, 2020), la valoración de inversiones para un tipo de energía renovable concreta (Ciarreta et al., 2014), el análisis de los resultados directos de políticas gubernamentales para determinada región o país (Meadowcroft, 2009) o la valoración del atractivo inversor para proyectos de energía renovable concretos (Tagliapietra, Zachmann, y Fredriksson, 2019).

7. Bibliografia

- Albertini, E. (2013). Does Environmental Management Improve Financial Performance? A Meta-Analytical Review. *Organization and Environment*, 26(1), 431-457. doi: 10.1177/1086026613510301
- Albuquerque, R., Koskinen, Y., y Zhang, C. (2019). Corporate social responsibility and firm risk: Theory and empirical evidence. *Management Science*, 65(10), 4451-4949. doi: 10.1287/mnsc.2018.3043
- Ambec, S., y Lanoie, P. (2008). Does it pay to be green? A systematic overview. *Academy of Management Perspectives*, 22(4), 45-62. doi: 10.5465/amp.2008.35590353
- Andersen, A. D., Steen, M., Mäkitie, T., Hanson, J., Thune, T. M., y Soppe, B. (2019). The role of inter-sectoral dynamics in sustainability transitions: A comment on the transitions research agenda. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 348-351. doi: 10.1016/j.eist.2019.11.009
- Angelopoulos, D., Brückmann, R., Jirouš, F., Konstantinavičiute, I., Noothout, P., Psarras, J., ... Breitschopf, B. (2016). Risks and cost of capital for onshore wind energy investments in EU countries. *Energy and Environment*, 27(1), 82–104. doi: 10.1177/0958305x16638573
- Arefeen, S., y Shimada, K. (2020). Performance and resilience of socially responsible investing (SRI) and conventional funds during different shocks in 2016: Evidence from Japan. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2), 1–20. doi: 10.3390/su12020540
- Aslani, A. (2014). Private sector investment in renewable energy utilisation: Strategic analysis of stakeholder perspectives in developing countries. *International Journal of Sustainable Energy*, 33(1), 112–124. doi: 10.1080/14786451.2012.751916
- Banz, R. W. (1981). The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of Financial Economics*, 9(1), 3-18. doi: 10.1016/0304-405X(81)90018-0
- Bauer, R., y Hann, D. (2012). Corporate Environmental Management and Credit Risk. Available at SSRN Electronic Journal. doi: 10.2139/ssrn.1660470
- Becchetti, L., y Ciciretti, R. (2009). Corporate social responsibility and stock market

- performance. *Applied Financial Economics*, 19(16), 1283-1293. doi: 10.1080/09603100802584854
- Becchetti, L., Ciciretti, R., Dalò, A., y Herzel, S. (2015). Socially responsible and conventional investment funds: performance comparison and the global financial crisis. *Applied Economics*, 47 (25), 2541-2562. doi: 10.1080/00036846.2014.1000517
- Brzezczński, J., y McIntosh, G. (2014). Performance of Portfolios Composed of British SRI Stocks. *Journal of Business Ethics*, 120(3), 335–362. doi: 10.1007/s10551-012-1541-x
- Campbell, J. Y., y Shiller, R. J. (1988). The Dividend-Price Ratio and Expectations of Future Dividends and Discount Factors. *Review of Financial Studies*, 1(3), 195-228. doi: 10.1093/rfs/1.3.195
- Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *Journal of Finance*, 52(1), 57–82. doi: 10.1111/j.1540-6261.1997.tb03808.x
- Cedrick, B. Z. E., y Long, P. W. (2017). Investment Motivation in Renewable Energy: A PPP Approach. *Energy Procedia*, 115, 229–238. doi: 10.1016/j.egypro.2017.05.021
- Chan, P. T., y Walter, T. (2014). Investment performance of “environmentally-friendly” firms and their initial public offers and seasoned equity offers. *Journal of Banking and Finance*, 44(1), 177–188. doi: 10.1016/j.jbankfin.2014.04.006
- Chava, S. (2014). Environmental externalities and cost of capital. *Management Science*, 60(9), 2111-2380. doi: 10.1287/mnsc.2013.1863
- Chia, C. P., Goldberg, L. R., Owyong, D. T., Shepard, P., y Stoyanov, T. (2009). Is there a green factor? *Journal of Portfolio Management*, 35(3), 34-40. doi: 10.3905/JPM.2009.35.3.034
- Cho, C. H., Guidry, R. P., Hageman, A. M., y Patten, D. M. (2012). Do actions speak louder than words? An empirical investigation of corporate environmental reputation. *Accounting, Organizations and Society*, 37(1), 14-25. doi: 10.1016/j.aos.2011.12.001
- Ciarreta, A., Espinosa, M. P., y Pizarro-Irizar, C. (2014). Is green energy expensive? Empirical evidence from the Spanish electricity market. *Energy Policy*, 69, 205-

215. doi: 10.1016/j.enpol.2014.02.025
- Comisión Europea. (2019). El Pacto Verde Europeo. Recuperado de https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF
- Currier, K. M. (2015). Some Implications of Investment Cost Reduction Policies in Energy Markets Employing Green Certificate Systems. *Environmental and Resource Economics*, 60(2), 317–323. doi: 10.1007/s10640-014-9774-z
- Dutta, A. (2017). Oil price uncertainty and clean energy stock returns: New evidence from crude oil volatility index. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1157-1166. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.07.050
- Egli, F. (2020). Renewable energy investment risk: An investigation of changes over time and the underlying drivers. *Energy Policy*, 140 (May 2020), 111428. doi: 10.1016/j.enpol.2020.111428
- El Ghouli, S., Guedhami, O., Kim, H., y Park, K. (2018). Corporate Environmental Responsibility and the Cost of Capital: International Evidence. *Journal of Business Ethics*, 149(2), 335–361. doi: 10.1007/s10551-015-3005-6
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427–465. doi: 10.1061/(asce)0733-9364(1989)115:1(109)
- Fama, E. F., y French, K. R. (2015). A five-factor asset pricing model \$. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1–22. doi: 10.1016/j.jfineco.2014.10.010
- Fama, E. F., & French, K. R. (2017). International tests of a five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 123(3), 441-463. doi: 10.1016/j.jfineco.2016.11.004
- Fang, T., Su, Z., y Yin, L. (2020). Does the green inspiration effect matter for stock returns? Evidence from the Chinese stock market. *Empirical Economics*. doi: 10.1007/s00181-020-01843-1
- French, K. R. (2020). Kenneth R. French. Recuperado de http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html
- Gamel, J., Menrad, K., y Decker, T. (2016). Is it really all about the return on

- investment? Exploring private wind energy investors' preferences. *Energy Research and Social Science*, 14, 22–32. doi: 10.1016/j.erss.2016.01.004
- Gross, R., Blyth, W., y Heptonstall, P. (2010). Risks, revenues and investment in electricity generation: Why policy needs to look beyond costs. *Energy Economics*, 32(4), 796–804. doi: 10.1016/j.eneco.2009.09.017
- Hamilton, S., Jo, H., y Statman, M. (1993). Doing Well While Doing Good? The Investment Performance of Socially Responsible Mutual Funds. *Financial Analysts Journal*, 49(6), 62-66. doi: 10.2469/faj. v49.n6.62
- Henriques, I., y Sadorsky, P. (2008). Oil prices and the stock prices of alternative energy companies. *Energy Economics*, 30(3), 998-1010. doi: 10.1016/j.eneco.2007.11.001
- Hong, H., y Kacperczyk, M. (2009). The price of sin: The effects of social norms on markets. *Journal of Financial Economics*, 93(1), 15-36. doi: 10.1016/j.jfineco.2008.09.001
- Inchauspe, J., Ripple, R. D., y Trück, S. (2015). The dynamics of returns on renewable energy companies: A state-space approach. *Energy Economics*, 48(C), 325–335. doi: 10.1016/j.eneco.2014.11.013
- Irwin, S. H., Sanders, D. R., Sukhdev, P., Wittmer, H., Miller, D., Baltagi, B. H., ... Werre, M. (2011). Theory and practice of valuation approaches in renewable energy investments: A survey among investment professionals. *Applied Economics Letters*, 37(3), 589-643. doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.11.006
- Iwata, H., & Okada, K. (2011). How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms. *Ecological Economics*, 70(9), 1691-1700. doi: 10.1016/j.ecolecon.2011.05.010
- Jacobsson, S., & Lauber, V. (2006). The politics and policy of energy system transformation - Explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy Policy*, 34(3), 256–276. doi: 10.1016/j.enpol.2004.08.029
- Jensen, M. C. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. *Journal of Finance*, 23(2), 389–416. doi: 10.2307/2325404
- Kumar, S., Managi, S., y Matsuda, A. (2012). Stock prices of clean energy firms, oil and carbon markets: A vector autoregressive analysis. *Energy Economics*, 34(1),

215-226. doi: 10.1016/j.eneco.2011.03.002

- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *The Review of Economics and Statistics*, 43(1). doi: 10.2307/1924119
- López, M. V., Garcia, A., y Rodriguez, L. (2007). Sustainable development and corporate performance: A study based on the Dow Jones sustainability index. *Journal of Business Ethics*, 75, 285-300. doi: 10.1007/s10551-006-9253-8
- López, M. V., Garcia, A., Rodriguez, L., y Lopez, V. (2007). Development and corporate performance: A study based on the Dow Jones Sustainability Index. *Journal of Business Ethics*, 75(3), 285–300. doi: 10.1007/s10551-006-9253-8
- Martens, P., & Rotmans, J. (2005). Transitions in a globalising world. *Futures*, 37(10), 1133–1144. doi: 10.1016/j.futures.2005.02.010
- Marti-Ballester, C. P. (2019). The role of mutual funds in the sustainable energy sector. *Business Strategy and the Environment*, 28(6), 1107–1120. doi: 10.1002/bse.2305
- Martí-Ballester, C. P. (2020). Financial performance of SDG mutual funds focused on biotechnology and healthcare sectors. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5), 1–15. doi: 10.3390/su12052032
- Masini, A., y Menichetti, E. (2012). The impact of behavioural factors in the renewable energy investment decision making process: Conceptual framework and empirical findings. *Energy Policy*, 40(1), 28–38. doi: 10.1016/j.enpol.2010.06.062
- Mazzucato, M., & Semieniuk, G. (2018). Financing renewable energy: Who is financing what and why it matters. *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 8-22. doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.021
- McCollum, D. L., Zhou, W., Bertram, C., De Boer, H. S., Bosetti, V., Busch, S., ... Riahi, K. (2018). Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Energy*, 3(7), 589–599. doi: 10.1038/s41560-018-0179-z
- Meadowcroft, J. (2009). What about the politics? Sustainable development, transition management, and long-term energy transitions. *Policy Sciences*, 42(4), 323–340. doi: 10.1007/s11077-009-9097-z

- Miralles-Quirós, J. L., Miralles-Quirós, M. M., y Nogueira, J. M. (2020). Sustainable Development Goals and Investment Strategies: The Profitability of Using Five-Factor Fama-French Alphas. *Sustainability*, 12(5), 1842. doi: 10.3390/su12051842
- Nadeem, M., Gyapong, E., y Ahmed, A. (2020). Board gender diversity and environmental, social, and economic value creation: Does family ownership matter? *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1268-1284. doi: 10.1002/bse.2432
- Narayan, P. K. (2018). Profitability of technology-investing Islamic and non-Islamic stock markets. *Pacific Basin Finance Journal*, 52(C), 70-81. doi: 10.1016/j.pacfin.2017.08.007
- Ng, A. C., y Rezaee, Z. (2015). Business sustainability performance and cost of equity capital. *Journal of Corporate Finance*, 34(C), 128-149. doi: 10.1016/j.jcorpfin.2015.08.003
- Novy-Marx, R. (2013). The other side of value: The gross profitability premium. *Journal of Financial Economics*, 108(1), 1-28. doi: 10.1016/j.jfineco.2013.01.003
- Ortas, E., y Moneva, J. M. (2013). The Clean Techs equity indexes at stake: Risk and return dynamics analysis. *Energy*, 57(1), 259-269. doi: 10.1016/j.energy.2013.03.046
- Pineda, S., Boomsma, T. K., y Wogrin, S. (2018). Renewable generation expansion under different support schemes: A stochastic equilibrium approach. *European Journal of Operational Research*, 266(3), 1086–1099. doi: 10.1016/j.ejor.2017.10.027
- Polzin, F., Migendt, M., Täube, F. A., & von Flotow, P. (2015). Public policy influence on renewable energy investments-A panel data study across OECD countries. *Energy Policy*, 80, 98–111. doi: 10.1016/j.enpol.2015.01.026
- Reboredo, J. C., Quintela, M., y Otero, L. A. (2017). Do investors pay a premium for going green? Evidence from alternative energy mutual funds. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 512–520. doi: 10.1016/j.rser.2017.01.158
- Renneboog, L., Ter Horst, J., y Zhang, C. (2008). The price of ethics and stakeholder governance: The performance of socially responsible mutual funds. *Journal of Corporate Finance*, 14(3), 302-322. doi: 10.1016/j.jcorpfin.2008.03.009

- Rezec, M., y Scholtens, B. (2017). Financing energy transformation: The role of renewable energy equity indices. *International Journal of Green Energy*, 14(4), 368–378. doi: 10.1080/15435075.2016.1261704
- Rojo-Ramírez, A. A. (2019). *Análisis Económico-Financiero de la Empresa. Un análisis desde los datos contables* (2ª Edición). Madrid (Spain): Garceta Editorial.
- Sadorsky, P. (2012). Modeling renewable energy company risk. *Energy Policy*, 40(1), 39–48. doi: 10.1016/j.enpol.2010.06.064
- Safarzyńska, K., y van den Bergh, J. C. J. M. (2017). Financial stability at risk due to investing rapidly in renewable energy. *Energy Policy*, 108, 12–20. doi: 10.1016/j.enpol.2017.05.042
- Schröder, M. (2007). Is there a difference? The performance characteristics of SRI equity indices. *Journal of Business Finance and Accounting*, 34(1-2), 331-348. doi: 10.1111/j.1468-5957.2006.00647.x
- Searcy, C., y Elkhawas, D. (2012). Corporate sustainability ratings: An investigation into how corporations use the Dow Jones Sustainability Index. *Journal of Cleaner Production*, 35, 79-92. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.05.022
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442. doi: 10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x
- Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe Ratio. *The Journal of Portfolio Management*, 21(1), 49–58. doi: 10.3905/jpm.1994.409501
- Sokolovska, I., y Kešeljević, A. (2019). Does sustainability pay off? A multi-factor analysis on regional DJSI and renewable stock indices. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 32(1), 423–439. doi: 10.1080/1331677X.2018.1550002
- Statman, M. (2006). Socially responsible indexes: Composition, performance and tracking errors. *Journal of Portfolio Management*, 32(3), 100-109. doi: 10.2139/ssrn.705344
- Statman, M., y Glushkov, D. (2009). The wages of social responsibility. *Financial Analysts Journal*, 65(4), 33-46. doi: 10.2469/faj.v65.n4.5

- Markowitz, H. (1959). *Portfolio selection: efficient diversification of investments* / Harry M. Markowitz. Yale University Press.
- Tagliapietra, S., Zachmann, G., y Fredriksson, G. (2019). Estimating the cost of capital for wind energy investments in Turkey. *Energy Policy*, 131, 295–301. doi: 10.1016/j.enpol.2019.05.011
- Titman, S., Wei, K. C. J., & Xie, F. (2004). Capital Investments and Stock Returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 39(4), 677-700. doi: 10.1017/s0022109000003173
- United Nations. (2019). The 2030 Agenda for sustainable development. Recuperado de https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S
- Uyar, A., Karaman, A. S., y Kilic, M. (2020). Is corporate social responsibility reporting a tool of signaling or greenwashing? Evidence from the worldwide logistics sector. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119997. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.119997
- Wiser, R. H., y Pickle, S. J. (2017). Financing investments in renewable energy: the impacts of policy design. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2(4), 361–386. doi: 10.1016/S1364-0321(98)00007-0
- Wüstenhagen, R., y Menichetti, E. (2012). Strategic choices for renewable energy investment: Conceptual framework and opportunities for further research. *Energy Policy*, 40, 1–10. doi: 10.1016/j.enpol.2011.06.050
- Wüstenhagen, R., y Teppo, T. (2006). Do venture capitalists really invest in good industries? Risk-return perceptions and path dependence in the emerging European energy VC market. *International Journal of Technology Management*, 34(1/2), 63–87. doi: 10.1504/ijtm.2006.009448
- Xiao, Y., Faff, R., Gharghori, P., y Lee, D. (2013). An Empirical Study of the World Price of Sustainability. *Journal of Business Ethics*, 114(2), 297-310. doi: 10.1007/s10551-012-1342-2
- Yi, H., & Feiock, R. C. (2014). Renewable energy politics: Policy typologies, policy tools, and state deployment of renewables. *Policy Studies Journal*, 42(3), 391–415. doi: 10.1111/psj.12066

8. Apéndice

Tabla 1. Índices DJSI, de energía renovable y convencionales (Continua)

Tique Identificativo	Nombre del índice	N.º Compañías cotizadas	Breve descripción	Desarrollador	Fecha de creación
W1SGI	DJSI World Sustainability Composite	250	Representa el 10% TOP de las 2.500 empresas más grandes del S&P Global BMI basado en criterios económicos, ambientales y sociales a largo plazo.	S&P Dow Jones Indices	08/09/1999
DJSEUR	DJSI Europe	30	Representa el 20% TOP de las 600 empresas europeas más grandes en el S&P Global BMI basado en criterios económicos, ambientales y sociales a largo plazo.	S&P Dow Jones Indices	04/08/2010
A1SGI	DJSI North America	30	Representa el 20% superior de las 600 empresas más grandes de América del Norte en el S&P Global BMI según criterios económicos, ambientales y sociales a largo plazo.	S&P Dow Jones Indices	31/12/1998
P1SGI	DJSI Asia Pacific	30	Representa el 20% superior de las 600 empresas más grandes de la región desarrollada de Asia y el Pacífico en el índice <i>S&P Global BMI</i> según criterios económicos, ambientales y sociales a largo plazo.	S&P Dow Jones Indices	16/01/2009
AGIGL	Ardour Global Alternative Energy	78	Es un índice ponderado por empresas que se	Ardour	31/12/1999

			dedican principalmente al campo de las tecnologías de energía alternativa, incluidas las energías renovables, los combustibles alternativos y las tecnologías habilitadoras relacionadas		
AGIXL	Ardour Global Alternative Energy Extra Liquid	30	Es un índice basado en compañías que cotizan en la industria de energía alternativa. Aproximadamente el 70% de los componentes se clasifican en energía renovable (solar, eólica, etanol, biocombustibles, agua y geotermia)	Ardour	31/12/1999
FTEORE50	FTSE Environmental Opportunities Renewable and Alternative Energy 50 Index	50	Esta diseñado para representar el desempeño de las compañías tomadas del <i>FTSE Global All Cap Index</i> , cuyas actividades brindan soluciones de valor agregado a los problemas ambientales.	Financial Times Stock Exchange (FTSE)	13/11/2008
SOLRX	Ardour Global Alternative Energy Solar	13	Es un índice basado en compañías que cotizan en la industria de energía alternativa, enfocándose exclusivamente en compañías dedicadas al sector de la energía solar.	Ardour	31/12/2004
RENIXX	World Renewable Energy	30	Está compuesto por las 30 compañías más grandes de la industria de energía renovable en todo el mundo por capitalización de mercado.	Reuters	01/05/2006
SPGTCED	S&P Global Alternative Energy	30	Compuesto por 30 empresas de todo el mundo que están involucradas en negocios relacionados con la energía limpia. El índice comprende una combinación diversificada de producción de energía limpia y empresas de tecnología y equipos	S&P Dow Jones Indices	22/02/2007

			de energía limpia.		
SPAXCEUP	S&P Asia Pacific LargeMidCap Carbon Efficient Index	698	Está diseñado para medir el desempeño de las compañías en el <i>S&P Asia Pacific LargeMidCap</i> , al tiempo que sobrepondera o subestima a aquellas compañías que tienen niveles más bajos o altos de emisiones de carbono por unidad de ingresos.	S&P Dow Jones Indices	22/10/2008
BNPIREPR	BNP Paribas Global Renewable Energies	17	Compuesto por las 40 de compañías más grandes en el sector renovable. Los componentes del índice están ponderados por los puntajes derivados de la calificación fundamental de BNP Paribas y la proporción de ingresos provenientes de la energía renovable.	BNP Paribas	01/11/2004
CELS	NASDAQ Renewable Edge US Liquid	44	Es un índice diseñado para rastrear el desempeño de compañías que son principalmente fabricantes, desarrolladores, distribuidores o instaladores de tecnologías de energía limpia.	NASDAQ	20/11/2006
SPGTCTRE	S&P Global Clean Energy	30	Compuesto por 30 empresas de todo el mundo que están involucradas en negocios relacionados con la energía limpia. El índice comprende una combinación diversificada de producción de energía limpia y empresas de tecnología y equipos de energía limpia.	S&P Dow Jones Indices	22/02/2007
NEX	Wilderhill New Energy Global Innovation	90	Está compuesto por empresas que se centran en fuentes de energía y tecnologías más ecológicas y generalmente renovables que facilitan una energía	Wilderhill	29/12/2000

			más limpia.		
SGL	S&P Global 1200	1200	Captura el 70% de la capitalización de mercado global, se construye como un compuesto de 7 índices principales, muchos de los cuales son líderes aceptados en sus regiones.	S&P Dow Jones Indices	30/09/1999
SPE350	S&P Europe 350	350	Consta de 350 empresas líderes de primer nivel procedentes de 16 mercados europeos desarrollados.	S&P Dow Jones Indices	07/10/1998
SPX	S&P 500	500	El índice incluye 500 empresas líderes y cubre aproximadamente el 80% de la capitalización de mercado disponible en EE. UU.	S&P Dow Jones Indices	04/03/1957
SCRTAP	S&P Asia Pacific BMI	2962	Es un subíndice regional del S&P Global BMI, el cual ofrece a los inversores exposición a los mercados desarrollados de Asia.	S&P Dow Jones Indices	31/12/1997
MIWO00000PUS	MSCI World Index	1637	El índice MSCI World está formado por compañías de capitalización media y grande en 23 países de mercados desarrollados. El índice cubre aproximadamente el 85% de la capitalización de mercado en cada país.	MSCI	31/03/1986
FTAWORLDSR	FTSE All World	3100	FTSE All World es un índice bursátil que cubre más de 3,100 compañías en 47 países.	Financial Times Stock Exchange (FTSE)	31/12/1986
IXIC	NASDAQ Composite Index	2500	El índice NASDAQ Composite incluye un total de 2.500 compañías. En el índice se incluyen todas las	NASDAQ	05/02/1971

			acciones comunes, sociedades limitadas, fideicomisos de inversión inmobiliaria y recibos de depósito estadounidenses.		
SX5E	DJ Eurostoxx	50	El Dow Jones EURO STOXX 50 es un índice bursátil que representa el rendimiento de las 50 empresas más grandes entre los 19 sectores en términos de capitalización de mercado en 11 países de la eurozona	S&P Dow Jones Indices	26/02/1998

Fuente: Elaboración propia.